

Investigações em Ensino de Ciências – V16(2), pp. 291-315, 2011

## A EVOLUÇÃO DE UMA PROFESSORA NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS DE QUÍMICA NUMA PERSPECTIVA SÓCIO-AMBIENTAL (The Evolution of a Teacher during a training of future-teachers in Chemistry in a socio-environmental perspective)

**Marlene Rios Melo** [marlenemelo@terra.com.br]  
Departamento de Química – Universidade Federal de Sergipe  
Av. Marechal Rondon, s/n – São Cristovão - SE  
**Alberto Villani**<sup>1</sup>[avillani@usp.br]  
Instituto de Física – Universidade de São Paulo  
Rua do Matão, Travessa R, nº 187 – São Paulo - SP

### Resumo

A pesquisa tem como objetivo interpretar as mudanças nas crenças e na prática docente de uma professora comprometida em estimular seus licenciandos a adotarem as questões sócio-ambientais para o desenvolvimento dos conteúdos científicos nas salas de aula. Trata-se de uma pesquisa-ação conduzida pela professora de uma Instituição particular de Ensino Superior (IES), com a colaboração de outros pesquisadores ao longo de quatro anos, utilizando como referencial interpretativo alguns conceitos de Melanie Klein e os Discursos do Professor, elaborados a partir de analogias com os Discursos de Lacan. A análise dos dados permitiu levantar as dificuldades, os impasses e os sucessos por ela encontrados ao longo da experiência, assim como caracterizar algumas mudanças em suas crenças educacionais e em sua prática docente. Como resultado do processo foi possível estabelecer indicadores sócio-ambientais que permitiram avaliar tanto a evolução da professora, quanto os projetos de ensino dos licenciandos.

**Palavras-chave:** professor-pesquisador; ensino de química; Química Verde; indicadores sócio-ambientais.

### Abstract

The research aims to interpret the changes in teacher's beliefs and teaching practice: she was committed to encourage her future teachers to adopt the socio-environmental issues for the development of scientific content in classrooms. The work is an action research conducted by a teacher at a private institution of Higher Education (IHE), in collaboration with other researchers over four years. The analysis used as a reference some concepts of Melanie Klein and the Teacher's Discourses, drawn from analogies with Lacan's Discourses. Data analysis allowed raising the difficulties, dilemmas and successes she encountered along the experience, as well as some changes in her educational beliefs and teaching practice. As a result of the process some social and environmental indicators were established which allowed to assess both the evolution of the teacher and the teaching projects of the students.

**Keywords:** teacher-researcher; Chemistry education; Green Chemistry; Social and environmental indicators.

### Introdução

Um dos temas mais controversos na literatura sobre educação em ciências é o do professor pesquisador da sua própria prática, pois ele desperta olhares diferentes que parecem inconciliáveis. De um lado, vários autores reconhecem que as investigações em educação realizadas por professores do ensino básico têm grande relevância quando abordam questões relacionadas a problemas da sala de aula e da prática escolar: para Ponte (2002), por exemplo, a investigação sobre

---

<sup>1</sup> Com auxílio parcial do CNPq

a própria prática torna-se um constituinte importante na identidade profissional do docente. Por outro lado, há toda uma série de restrições à pesquisa do professor, justificada pelo fato de ser necessário um grande investimento deste para desenvolver uma pesquisa e, principalmente, ser necessária uma competência específica tanto teórica quanto metodológica, competência essa dificilmente ao alcance do profissional que não trabalha nas Universidades públicas do Brasil.

Em nossa opinião, o pesquisar a própria prática traz ao menos duas grandes vantagens. Primeiro, o pesquisador está interessado em entender os eventos nos quais atuou como protagonista e, portanto, mais facilmente se dispõe a revelar a intimidade (medos, esperanças, atitude, preconceitos, crenças ou até eventos não registrados) com a qual enfrentou a prática em análise. Esta disponibilidade pode ser continua até o final da pesquisa; em particular torna-se útil de maneira especial na fase de interpretação, quando hipóteses são levantadas e informações específicas referentes à atuação do professor podem ser decisivas para sua avaliação. Outra vantagem é que, em geral, a pesquisa sobre a própria prática tem efeitos muito significativos sobre o professor, contribuindo para modificar sua prática. Isso parece importante quando estão em jogo atitudes ou crenças enraizadas, que a pesquisa revelou inadequadas na condução da docência: parece mais fácil dispor-se a modificar algo que nós mesmos percebemos como objetivamente pouco eficiente.

Existe um terceiro motivo que torna interessante o trabalho de pesquisa sobre a própria prática e que vai ao encontro das demandas dos professores por uma literatura mais ancorada na prática: a análise pode desvendar vicissitudes que estão bem próximas das vivências conflituosas que caracterizam a vida da maioria dos professores e conseqüentemente auxiliar de forma mais significativa o enfrentamento das mesmas, pois facilmente podemos nos motivar para enfrentar mudanças dolorosas a partir do testemunho de colegas que enfrentaram as mesmas dificuldades e conflitos. Isso é particularmente válido quando mudanças curriculares são tentadas em condições não propriamente ideais, com resultados somente parcialmente satisfatórios.

Neste trabalho analisaremos as vicissitudes de uma professora de Química que atuou como formadora de professores em uma faculdade particular. A pesquisa é iniciada quando a professora pesquisadora encontra e visualiza na Química Verde (QV) uma forma de estimular seus licenciandos a adotarem uma nova abordagem dos conteúdos de Química, e termina com a elaboração de uma metodologia de ensino que favoreça nos licenciandos uma atuação sócio-ambiental em sala de aula. A reconstrução dessas vicissitudes foi um dos resultados da pesquisa que ela conduziu acompanhando e analisando sua prática docente com o auxílio de um grupo de pesquisa que favoreceu a mudança de seu olhar e também de sua prática. Além de entender melhor o processo de mudança de uma professora implicada com a causa ambiental, esperamos poder contribuir para encorajar mudanças semelhantes nos professores que se sentem atraídos por essa causa, mas vivenciam conflitos e encontram pouco sustento em seu ambiente escolar.

Temos então como objetivo da pesquisa procurar compreender a natureza dos problemas que afetam a prática de uma professora comprometida em estimular seus licenciandos, que cursam disciplinas de uma Instituição particular de Ensino Superior (IES), a adotarem as questões sócio-ambientais para o desenvolvimento dos conteúdos científicos nas salas de aula.

## **Metodologia de pesquisa e Referencial teórico**

**O Procedimento.** A pesquisa na qual se baseia este trabalho foi caracterizada por uma sucessão de práticas docentes e atividades de pesquisa ao longo de quatro anos, incluindo o planejamento e a realização de atividades didáticas inovadoras, e também a utilização de entrevistas, questionários, diário de reflexão, relatos publicados, trabalhos dos alunos, gravações em áudio e, no último ano, também em vídeo. Nesse sentido trata-se de uma pesquisa sobre a própria prática, conduzida pela pesquisadora com a colaboração eventual de outros pesquisadores,

principalmente o orientador acadêmico. Esta experiência visava implantar uma inovação na formação de futuros professores de Química e construir uma metodologia de ensino, capaz de promover a adesão e o compromisso dos alunos em relação às questões sócio-ambientais relacionadas com o correspondente ensino.

No final de cada ano a professora-pesquisadora apresentava um relato das atividades desenvolvidas em sua prática para um grupo de pesquisadores que comentavam os resultados, questionavam interpretações, apontavam referências teóricas, sugeriam a tomada de novos dados, procurando ajudá-la a modificar seu olhar no sentido de passar das suas expectativas e desejos para uma relação mais objetiva entre os eventos e as subjetividades em jogo. Uma contribuição particular desses encontros era o levantamento de possíveis referenciais de análise ou, pelo menos, de categorias de análise parciais que ajudassem a interpretar os dados até então reunidos. Nesses encontros era discutido o planejamento das atividades didáticas, que tentavam enfrentar os problemas detectados ou as interpretações sugeridas; também eram analisadas as questões de pesquisa e sugeridos encaminhamentos, buscas de dados novos e o aprofundamento de referenciais teóricos, influenciando o próprio desenvolvimento da pesquisa, além do olhar da professora-pesquisadora.

Pelo exposto até aqui, acreditamos que nossa pesquisa atenda aos critérios, propostos por Ponte (2002), de uma investigação da própria prática, como descrito na tabela 1.

**Tabela 1** – CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA INVESTIGAÇÃO SOBRE A PRÁTICA (PONTE, 2002, p. 18)

CRITÉRIO	A INVESTIGAÇÃO...
Vínculo com a prática	... refere-se a um problema ou situação prática vivida pelos atores.
Autenticidade	... exprime um ponto de vista próprio dos respectivos atores e a sua articulação com o contexto social, econômico, político e cultural.
Novidade	... contém algum elemento novo, na formulação das questões, na metodologia de dados e apresenta as conclusões com base na evidência obtida.
Qualidade metodológica	... contém, de forma explícita, questões e procedimentos de recolha de dados e apresenta as conclusões com base na evidência obtida.
Qualidade dialógica	... é pública e foi discutida por atores próximos e afastados da equipa.

**O Referencial Teórico.** Como referenciais de análise, para interpretar a sucessão dos eventos e das decisões que caracterizaram a experiência didática, adotaremos tanto os Discursos do Professor, elaborados a partir de analogias com os discursos de Lacan (Villani & Barolli, 2006; Villani & Orquiza, 2005), quanto a perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico, proposto por Melanie Klein (Segal, 1975). Em particular o primeiro referencial nos auxiliará para interpretar a relação da professora com seus licenciandos, ao passo que o segundo referencial será útil para a análise do percurso da professora na constituição da metodologia de ensino, com conseqüente estabelecimento de seus indícios de comprometimento sócio-ambiental.

Os Discursos do Professor podem ser explicitados pela compreensão de suas quatro categorias fundamentais:

a) *O discurso do Mestre* é caracterizado por uma relação de domínio do professor sobre o

saber em jogo, nas vertentes científica, pedagógica e/ou disciplinar. Ele não presta conta a nenhum Outro (conjunto de valores recebidos da sociedade familiar e civil e aceitos pelo sujeito)<sup>2</sup> (Villani, 1999), pois ele é sua própria Referência, nem há possibilidade de contestação por parte dos alunos. Sua posição é de **autoridade**. Também há pouco espaço para escuta. O efeito é uma captura do aluno para um novo tipo de atuação, iniciando-o no saber do Mestre ou mantendo-o alienado no mesmo.

b) *O discurso da Universidade* coloca o professor como mediador entre o aluno e algum tipo de conhecimento produzido pelos especialistas. O professor, na perspectiva desse conhecimento, desempenha o papel de **guardião** para que a verdade do Outro (ou seja, o saber inquestionável, no caso a Ciência ou a Didática ou, até, as normas Burocráticas) torne-se a lei do aluno. O efeito desse discurso, se os alunos aceitam como legítimo este procedimento, é introduzir neles um confronto com algo perfeito e reconhecer ou negar sua afinidade ou adequação com o mesmo. Por exemplo, quando um professor avalia o trabalho de seus alunos, usando critérios estritamente científicos, o efeito implícito é o reconhecimento de suas próprias falhas e limitações e sua inclusão ou exclusão no universo dos bem sucedidos.

c) *O discurso da Histórica* é caracterizado pela **insatisfação** do professor em relação à situação atual dos alunos no campo científico, pedagógico ou dialógico e por sua tendência à provocação contínua para uma aproximação a um ideal. Podemos identificar esta posição como a de um **provocador**, cujo efeito no aluno é uma busca do saber. Por exemplo, uma estratégia que explora os ‘conflitos’ dos alunos para produzir mudanças, torna-se uma forma de *discurso da histórica* quando ela atinge os aprendizes. O professor sinaliza para os alunos que algo está faltando para a maestria, mas, diferentemente do caso anterior, estes se sentem desafiados e não excluídos.

d) Finalmente, *o discurso do Analista*, quando aplicado ao ensino, reconhece que o aluno tem um controle sobre o saber em jogo e tem direito a fazer escolhas autônomas. Podemos identificar a atuação do professor como a de um **assessor** disponível para orientar e sustentar os alunos em suas iniciativas. Podemos exemplificar este tipo de laço no caso do orientador que aconselha o aluno na elaboração de uma tese ou quando o professor através de suas intervenções questiona a dependência dos alunos e produz uma busca autônoma deles em relação ao saber em jogo.

É importante ressaltar que a categoria na qual o discurso é classificado, não pode ser interpretada a-priori, pois depende da relação que o discurso estabelece entre o professor (agente) e o aluno (o outro), e dos correspondentes efeitos (Villani e Barolli, 2006):

*[...] todo discurso pressupõe um agente – que fala a partir de sua verdade – e um outro -, a quem se destina o discurso, que na estrutura discursiva irá, eventualmente, produzir algo, de acordo com aquilo que o agente lhe demandar. [...] o tipo de discurso, bem como seu efeito, dependerá de como se configura a relação entre o agente e o outro. (p. 157).*

Melanie Klein foi utilizada como referencial de análise do percurso da professora na constituição de sua metodologia de ensino, na perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico. Melanie Klein (Segal, 1975) é responsável pelas definições das posições *esquizo-paranóide* e *depressiva* na compreensão do amadurecimento do aparelho psíquico humano. O termo ‘posição’ é adotado, pois ela acredita que o sujeito pode migrar de uma posição para a outra, não só no desenvolvimento da criança, mas em qualquer fase da vida adulta. Conseqüentemente, o ser humano quando enfrenta problemas novos oscila ao longo de sua vida entre essas duas posições.

A posição esquizo-paranóide na criança é reconhecida quando esta não identifica a mãe como um todo. O seio da mãe ora é visto como objeto bom, que sacia a fome, que dá afeto e carinho, ora é visto como objeto mau, que gera frustrações e angústias. Nessa posição temos a

---

<sup>2</sup> O Outro representa a referência à qual o sujeito presta conta inconsciente ou até conscientemente

separação do bem e do mal, ocorrendo uma idealização do objeto bom. Já na fase depressiva a criança reconhece a mãe como um todo, portadora do bem e do mal simultaneamente.

Quando a idealização, na qual se assume uma posição predominantemente esquizo-paranóide, perdura de maneira rígida, pode ser considerada uma situação patológica. Na concepção kleiniana, para ocorrer uma evolução faz-se necessário a aproximação da posição depressiva, que envolve algum tipo de relativização do ideal, ou seja, a separação do bem e do mal já não é tão rígida e clara, o bem e o mal são partes complementares da mesma situação. Geralmente o homem ao se deparar com uma situação nova, inicia numa posição predominantemente esquizo-paranóide, salientando unicamente seus aspectos positivos ou negativos; somente em seguida se deslocará para a posição depressiva. Entretanto, é importante salientar de que não se trata de uma polarização, pois o ser humano nunca se fixa só na posição esquizo-paranóide nem só na depressiva; o que ocorre em um processo não patológico é a predominância de uma ou de outra posição.

Para a reconstrução e interpretação dos eventos utilizaremos as anotações da professora e sua narrativa escrita em relação à experiência. Também serão citados os resultados de questionários aplicados aos estudantes, de entrevistas informais com os mesmos durante as aulas, os projetos de ensino dos mesmos e as gravações em áudio das apresentações dos projetos. No último ano as gravações foram realizadas em vídeo. Finalmente, foram utilizados também alguns trabalhos escritos da professora para o levantamento de sua relação com a Química Verde.

O processo de elaboração do trabalho constou de duas fases: inicialmente houve a reconstrução dos eventos mais significativos da experiência, focalizando as ações e as reflexões da professora e as reações dos licenciandos. Em seguida houve um questionamento dessa reconstrução via alguns conceitos da psicanálise adaptados à educação, na tentativa de entender e interpretar as razões dos eventos e das decisões tomadas durante a experiência<sup>3</sup>.

## Os Antecedentes da Experiência

Filha de pais imigrantes apenas alfabetizados, mas que valorizavam os estudos, o trabalho e os valores éticos, Marly desenvolveu a crença de que a busca do conhecimento e a sua divulgação poderiam superar as frustrações da vida e promover a justiça. Começou a trabalhar com 15 anos cursando o ensino Médio no período noturno e conseguindo entrar numa Universidade Pública após frequentar curso pré-vestibular durante um ano.

O período de formação Universitária constituiu para ela uma época de felicidade, pois podia se dedicar totalmente aos estudos. Logo após a formação começou a ensinar numa escola pública, mas após um ano conseguiu ser contratada por uma indústria química de renome. Logo perdeu o pai vítima de assalto e teve que se responsabilizar para sustentar a mãe. Na indústria aprendeu muitos métodos de análise, mas também presenciou com revolta as estratégias de exploração e manipulação dos funcionários. Com o nascimento de uma filha, abandonou o emprego, encontrou dificuldades financeiras, mas também a satisfação da maternidade em tempo integral. Voltou definitivamente para o ensino de química, três anos depois, experimentando o prazer de ajudar os alunos a aprenderem, primeiro em uma escola pública e depois em curso pré-vestibular. Entretanto a atuação neste último tornou-se fonte de insatisfação e de conflitos, pois, apesar de ser apreciada pelos alunos e pela Instituição não conseguia mais aperfeiçoar o conhecimento e melhorar sua docência no sentido de aumentar a aprendizagem efetiva dos alunos.

Após dez anos de ensino entrou no mestrado, desenvolvendo uma pesquisa em Ensino de Química e experimentando novamente um período de grandes aprendizagens, principalmente sobre

---

<sup>3</sup> Para salientar a diferença entre as duas fases, a narrativa dos eventos será escrita com letra normal e a interpretação será em itálico.

as concepções alternativas dos estudantes. Concluído o Mestrado frequentou disciplinas de pós-graduação como aluna especial, com a perspectiva de desenvolver um projeto de pesquisa necessário para entrar no doutoramento. Assim, melhorou seu conhecimento sobre química, ensino e pesquisa; em particular ficou muito interessada nas relações entre a química e a ética tanto por ser essa uma das propostas dos PCNs, como pelo fascínio que esse tema exercia sobre ela.

O encontro com a Química Verde coincidiu com o início de sua docência no Ensino superior numa faculdade particular (IES). Aqui também as condições de trabalho eram bastante precárias, como na maioria das Faculdades particulares brasileiras, pois não somente os licenciandos tinham uma formação científica bastante superficial e pouca disponibilidade de tempo de estudo, mas também a Instituição prezava uma relação de forte dependência dos alunos em relação ao professor, que era avaliado por sua capacidade de capturar a atenção e satisfazer as demandas dos alunos. Desde o início das aulas, Marly era muito apreciada pelos licenciandos e gostava dessa popularidade, apesar de reconhecer que a aprendizagem destes era bastante limitada. Entretanto, esperava que a promoção da Química Verde na Licenciatura mudaria esse quadro. Por isso resolveu desenvolver sua pesquisa nesse tema, tendo sua turma como objeto da intervenção.

*Interpretando os antecedentes. Quatro características importantes parecem emergir dessa breve narrativa sobre os antecedentes da professora: a valorização, com conseqüente prática, do Discurso do Mestre e da Universidade, tanto nas Instituições particulares de Ensino Médio, quanto na de Ensino Superior; a relação com a ética principalmente paterna, já que ela incorporou o legado paterno como sendo valorizar o trabalho, o conhecimento e a justiça nas relações humanas; o gosto pelo ensino da Química e pela correspondente relação transferencial com seus alunos e a capacidade de enfrentar os conflitos. A descoberta da Química Verde pareceu satisfazer todas as suas demandas: de ensinar uma Química limpa para futuros professores, cooperando para a melhoria das condições de vida da humanidade. A trajetória didática que estamos analisando inicia-se então com uma forte ilusão de ter encontrado o que estava procurando há anos e que resolveria o problema do ensino da Química, dela e de todos os professores que aderissem ao projeto. Também tinha crença didática de que a proposta seria atrativa para os licenciandos e que, portanto, a adesão ao projeto seria somente uma questão de conhecimento do mesmo e os licenciandos não poderiam recusar-se a adotar a mudança metodológica proposta. A convicção era tanta que publicou logo na revista científica da IES um artigo sobre as possibilidades da Química Verde.*

## O Ano da Ilusão Docente

**A Proposta.** O planejamento das disciplinas Seminários Avançados e Prática de Ensino I, para doze licenciandos em 2005, que constituiu o início da trajetória docente objeto desse trabalho, seguiu os seguintes passos:

1. *Introdução aos princípios da Química Verde e às idéias de Hans Jonas* – objetivando a compreensão das idéias envolvidas tanto na Química Verde (Lenardão et al. 2003), quanto na ética para uma civilização tecnológica (Jonas, 1975).

2. *Apresentação do site elaborado por Michael Cann da University of Scranton* - com módulos de ensino em espanhol e em inglês, para química geral, inorgânica, orgânica, físico-química e química industrial, na perspectiva da Química Verde. Essa apresentação visava que os licenciandos percebessem a aplicabilidade e as inovações da Química Verde através de exemplos reais, e também pretendia auxiliá-los na elaboração de suas propostas de ensino.

3. *Resumo dos principais tópicos ensinados no ensino médio* – objetivando discutir os principais problemas comuns à organização curricular encontrada nos livros didáticos comerciais, tais como fragmentação, não contextualização, rigidez estrutural, etc.

4. *Discussão das principais concepções alternativas envolvidas na abordagem teórica e experimental de alguns conceitos químicos* – uma das principais preocupações da professora/pesquisadora era com as dificuldades conceituais dos licenciandos, então, a utilização de artigos das revistas Química Nova na Escola, Enseñanza de las Ciencias e Journal of Chemical Education, visava propiciar um aprofundamento conceitual e, paralelamente, buscar alternativas menos impactantes na elaboração de experimentos didáticos correspondentes aos conceitos científicos discutidos.

*As primeiras reações.* A disciplina transcorreu com a participação dos alunos de forma entusiasmada e envolvida com as propostas. Essa participação ficava evidente pela presença quase massiva dos alunos, mesmo sendo um curso ministrado aos sábados de manhã. E ainda, quando da discussão de um experimento, vários alunos traziam sugestões para aprimorar a prática. As discussões, orientadas pela professora, eram conduzidas para que o interesse dos licenciandos fosse capturado e a consciência ambiental dos mesmos aumentasse. Por exemplo, foi apresentado um experimento, rotulado de verde, sugerindo sua possível utilização por parte dos licenciandos já envolvidos na docência: dois deles chegaram a aplicá-lo em suas salas de aula e a relatar os resultados para os colegas, considerando-os interessantes e satisfatórios. Os licenciandos passavam a impressão de estarem incorporando a proposta ‘verde’, mesmo que com diferentes tipos de adesão.

Em alguns momentos os alunos apresentaram reclamações, em tom humorístico, pela insistência da professora em sempre substituir substâncias tóxicas, como o ácido clorídrico, por outra mais segura, como o ácido acético comercial (vinagre); por exemplo, um aluno gerou o seguinte comentário: “*no final vamos ter que usar somente a água como reagente*”. A própria presença desses momentos de descontração parecia apontar que o desenvolvimento da disciplina estaria conduzindo para um sucesso significativo e a professora em suas reflexões podia antecipar que esses alunos sairiam da faculdade com uma postura diferente da maioria dos profissionais da área, apoiada na assimilação, participação e entusiasmo com os princípios da Química Verde.

Paralelamente ao curso, a docente começou a orientar dois alunos em projetos de iniciação científica, cujo objetivo prioritário era a elaboração e adaptação de experimentos didáticos tradicionais e sua transformação em verdes. Uma orientanda testou uma proposta apresentada por Wright (2002) no Journal of Chemical Education sendo feitas algumas adaptações consideradas necessárias para tornar viável, para a realidade institucional, e mais ‘verde’ tal experimento. A orientanda envolveu-se na tarefa com entusiasmo e uma grande curiosidade sobre o tema, traduziu os textos, iniciou a planificação do experimento, acatou as sugestões, trouxe outras, leu vários outros artigos que encontrou sobre Química Verde, e elaborou um trabalho para a disciplina de Metodologia do trabalho científico, utilizando a Química Verde. Este trabalho depois de uma re-elaboração da professora foi apresentado num Congresso de Ensino de Química (Melo & Inácio, 2005), encontrando ressonâncias nas perguntas dos participantes, confirmando tanto para a orientadora como para a orientanda a crença de que a Química Verde seria a solução para os problemas de ensino e ambientais.

O outro orientando, considerado um bom aluno pela faculdade, ficou incumbido de estudar a produção do íon ferrato e sua utilização em substituição ao dicromato de potássio em um experimento de produção de bafômetro caseiro apresentado na revista Química Nova na Escola. Apesar de seu trabalho de casa não caminhar muito, a professora ainda alimentava a esperança de que, superadas as dificuldades do momento, ele também conseguiria elaborar com sucesso suas tarefas.

*A surpresa final.* A avaliação do curso envolvia, também, a elaboração de uma proposta de ensino sobre tópicos selecionados pelos alunos, *adaptando-os para uma abordagem verde*. A metodologia de ensino sugerida foi a proposta por Delizoicov (1990), com algumas modificações. A professora ficou enormemente surpresa ao perceber que todos os projetos eram constituídos por

propostas tradicionais. Nenhum aluno, com exceção da orientanda de iniciação científica, apresentou um projeto na linha da Química Verde, nem mesmo pareceu ter realizado alguma tentativa parcial de adaptar o experimento a esta perspectiva, apesar das sugestões feitas pela professora para que incorporassem a metodologia e explorassem a perspectiva verde, ou, ao menos, tivessem um cuidado com o ambiente. Por exemplo, num caso onde a licencianda desenvolvia em sua proposta o conceito de solubilidade, foi sugerido que colocasse como situação problema uma reportagem onde peixes apareceram mortos sem indícios de contaminação química. Isso permitiria que fosse discutido e enfrentado o problema da *poluição térmica*. A aluna encarregada do projeto pareceu aceitar a idéia e até com certo entusiasmo e satisfação. Entretanto, o projeto foi elaborado apresentando um gráfico com as curvas de solubilidade de sal e açúcar, com uma abordagem muito tradicional e deixando a reportagem envolvendo morte de peixes como anexo, sem nenhuma relação com a discussão sucessiva, eliminando a possibilidade de abordar a perspectiva ambiental. Em geral, todas as sugestões da professora capazes de envolver a Química Verde foram abandonadas, e os alunos deixavam de explorar as possíveis conexões com ela.

Considerando contraditórias as participações dos alunos durante o curso e na elaboração dos projetos, a professora tentou conversar com eles, para entender as razões da diferença: os alunos levantaram várias dificuldades, desde a falta de conhecimento para sustentar em sala de aula um projeto de Química Verde, até a descrença no efeito das mudanças propostas perante as dimensões das questões ambientais e a ineficiência pública:

*“O problema é a nossa formação que sempre foi de desrespeito ao Meio Ambiente, só estamos ouvindo falar de Química Verde aqui, o curso de bacharelado não apresentava esse tipo de discussão.”* (Marcos)

*“Aprendemos dessa forma tradicional e já é difícil elaborar um projeto tradicional, o verde exige um conhecimento que não temos.”* (Marcos)

*“Os alunos não acreditam na técnica de milhões de passarinhos carregando água no bico para apagar um incêndio. Eles sentem que só alguns respeitando o Meio Ambiente não vai adiantar”* (Aline)

*“Praticamente não houve dificuldade, o problema é a falta de regulamentação por parte das autoridades, se não houver uma legislação punitiva a população não respeita o ambiente.”* (Dimas)

Pelo contrário, a orientanda que adotou a perspectiva proposta confessou que desde o começo da faculdade procurava uma química menos poluidora e que o encontro com a Química Verde finalmente atendia a essa demanda.

***Interpretando os eventos.*** O encontro da professora com a Química Verde teve um impacto psíquico muito elevado: percebe-se a **criação de um objeto ideal**, ausente de riscos e rico em valores, separando-o da Química Tradicional, com suas práticas impactantes e comprometidas exclusivamente com o desenvolvimento econômico. Parece evidente o predomínio da posição esquizo-paranóide, já que sua perspectiva apontava para uma cisão entre o bem e o mal.

Essa idealização foi percebida pelos alunos do bacharelado em Química durante palestra ministrada na Faculdade em 2005, intitulada “Química Verde – Uma Química Ética”. Ela esperava uma participação entusiasta perante o discurso verde, porém os participantes não demonstraram muito interesse na proposta, ou ainda, pareciam desacreditar que uma abordagem como essa seria aplicável à Indústria Química.

Parece-nos que o sucesso na aprendizagem foi alcançado somente pela orientanda que estabeleceu uma relação específica com a professora. O convite desta foi recebido como um **discurso do Mestre**, alternado com o discurso **da Universidade**: a professora se colocava como divulgadora de um saber pelo qual ela mesma tinha sido capturada, entretanto para a orientanda tratava-se de um convite original, que encontrava grande ressonância por permitir um contato com um saber esperado há muito tempo. Durante as atividades, as várias sugestões da professora foram interpretadas como um desafio pela orientanda. Neste caso parece não haver dúvida que a

*professora e a orientanda se colocaram prevalentemente no contexto do **discurso da Histórica**, avançando significativamente na aprendizagem.*

*Entretanto, este não foi o contexto aceito pelos outros alunos da Licenciatura. Para a professora foi grande a surpresa ao constatar que os alunos não apresentavam nenhum indício ou tentativa de elaborar o projeto de ensino de acordo com as diretrizes por ela apresentada. De fato, a confiança na proposta em si e no planejamento das atividades tornou a professora pouco atenta tanto aos sinais de dificuldades na aprendizagem emitidos pelos alunos, quanto à relevância da tradição didática da Instituição de ensino, que valorizava sobremaneira a dependência dos alunos em relação ao docente e a tradição científica da Química e privilegiava os percursos tradicionais. Assim ela interpretou a participação animada dos alunos nas atividades por ela propostas como sinal de aprendizagem sólida e autônoma, mais do que efeito de uma captura devida à sua própria habilidade e entusiasmo na condução das aulas.*

*De fato, os licenciandos em diferentes ocasiões demonstraram dificuldade em interpretar artigos científicos em português e mais ainda em outro idioma, como era o caso do site de Michael Cann e do livro sobre química sustentável; assim a contribuição das referências bibliográficas sugeridas pela professora foi mais um obstáculo a ser enfrentado por eles do que um incentivo para aprofundar a perspectiva verde. Além disso, as dificuldades conceituais dos licenciandos transportadas desde o ensino médio se fizeram presentes em diversas discussões sobre concepções alternativas e demonstravam ser essa a maior preocupação dos licenciandos quando tinham que expor oralmente seus trabalhos. Algumas vezes os alunos foram questionados de por que iam fazer suas apresentações orais acompanhados de anotações em papezinhos, anotações das quais dependiam constantemente, e estes argumentavam que isso lhes dava segurança.*

*A questão institucional também deve ser considerada. A Instituição de Ensino não permitia que esses alunos fossem pressionados a enfrentar desafios, visto que, perante as queixas destes, o professor era solicitado a minimizar as dificuldades de execução do trabalho com a argumentação de que os alunos tinham uma formação deficiente e uma vida pessoal que lhes impedia de ter uma dedicação exclusiva aos trabalhos propostos pelos docentes.*

*E finalmente, a abordagem verde era algo que não tinham vivenciando nem no Ensino Médio, tão pouco na Faculdade. Sendo assim, não tinham parâmetros onde apoiar investimentos inovadores, já que a docente/pesquisadora lhes deu a bibliografia e não mais os apoiou na construção de suas propostas de ensino. E ainda, muito provavelmente não se sentiam incomodados com a abordagem tradicional dos conteúdos químicos vivenciada por eles até então; quem se sentia incomodada era a docente das disciplinas. Provavelmente, os alunos da licenciatura consideravam utópica a utilização do discurso verde nas salas de aula.*

*Nossa hipótese é que o processo de recalque sistemático da perspectiva verde na elaboração dos projetos de ensino constituiu implicitamente uma defesa antecipada dos licenciandos contra as eventuais críticas que, de um lado, a professora faria na ocasião da avaliação e, de outro lado, os seus alunos fariam na ocasião da realização dos projetos. Em nossa interpretação, durante as aulas conseguia-se estabelecer um discurso atraente que oscilava entre o **discurso do Mestre, da Universidade e o da Histórica**, mas sempre com um forte monitoramento e condução da professora. Na ocasião da elaboração dos projetos, esta condução foi abandonada e prevaleceu o discurso da **Universidade** com a correspondente perspectiva de julgamento, que somente a orientanda de Iniciação científica podia enfrentar com segurança mediante seu conhecimento sobre Química Verde. Nesta interpretação, as sugestões e cobranças da professora foram interpretadas como um confronto arrasador com um ideal inatingível e, portanto excludente e pouco estimulante, mesmo que isso não fosse a intenção da professora. Entretanto, nossa suspeita é que a própria expectativa da professora fosse demasiada, constituindo-se num bloqueio para os alunos. É preciso lembrar que a professora em diversas ocasiões tinha mostrado aos alunos, quão intensa era sua dedicação pessoal à causa verde; por outro lado, a participação entusiasta dos*

*alunos durante a disciplina parecia sugerir que eles tinham sido capturados pela proposta da professora, alimentando sua esperança de sucesso no ensino. A surpresa que os resultados provocaram na professora parece um indício de suas expectativas. No entanto, os comentários finais dos licenciandos revelaram sua profunda insegurança na defesa da perspectiva verde e uma adesão bastante superficial durante o desenvolvimento da disciplina. Assim, talvez inconscientemente, eles tenham pensado que era melhor serem avaliados por algo que eles podiam de alguma forma defender, do que se expor com algo que certamente não atenderia às expectativas da professora.*

*A primeira mudança significativa da professora foi a decisão de **enfrentar as dificuldades apresentadas pelos licenciandos** facilitando a tarefa deles através da elaboração de uma metodologia de ensino que os familiarizasse com a abordagem desejada, com uma linguagem mais acessível a eles. Ela tentaria elaborar um discurso que fosse intermediário entre o que o aluno era capaz de compreender e o que os trabalhos científicos apontavam. A professora percebeu que para ocorrer um maior deslocamento entre os discursos e retirar efetivamente os alunos da dependência, ela deveria estar mais bem fundamentada, com um conhecimento maior dos problemas ambientais e das perspectivas da Química Verde em ensino de Química, de maneira a oferecer sugestões múltiplas e adequadas ao nível de conhecimento e de envolvimento dos licenciandos, até porque, para a professora Química Verde e Ambiental se confundiam.*

*Uma mudança importante para o sucesso da proposta seria a professora aumentar seu nível de escuta das possibilidades efetivas dos licenciandos e das suas necessidades, para que fosse estabelecido um pacto inicial de confiança, que lhes permitisse não se sentirem acuados com suas cobranças. Entretanto parece-nos que isso estava acima de suas capacidades didáticas naquele momento, principalmente para gerenciar o conflito entre os resultados ideais que ela visava e as possibilidades reais dos licenciandos.*

## **O ano do Aperfeiçoamento Docente**

Em função dos resultados obtidos no ano anterior, a professora reorganizou suas idéias e introduziu várias mudanças em sua prática didática, ampliando sua fundamentação teórica, modificando sua metodologia de ensino e monitorando de forma mais estreita o trabalho de planejamento dos licenciandos. Também iniciou seu doutorado em Educação em Ciências escolhendo como tema de pesquisa a elaboração de uma metodologia de ensino compatível com os problemas ambientais e os princípios da Química Verde.

*As primeiras mudanças.* Ao analisar os resultados do ensino do ano anterior, a professora concluiu que um dos seus erros foi acreditar que ensinando o que considerava certo seria suficiente para a modificação das abordagens tradicionais nos projetos de ensino dos licenciandos. Percebeu também que apresentava um discurso com abordagem ambiental e verde, mas em termos práticos nem ela nem os licenciandos conheciam muito dessa problemática, pois durante seus cursos de graduação essa perspectiva não foi contemplada. Interpretou que o entusiasmo com o qual enfrentou o ensino da Química Verde e o foco na divulgação do ideal escondiam uma insegurança em relação à efetiva capacidade da Química Verde dar conta de todo o ensino.

*Uma primeira solução* foi buscar um maior embasamento sobre este tema para propiciar uma visão mais prática da aplicação da Química Verde em sala de aula, em resposta aos problemas ambientais. Assim, participou de disciplinas de Química Ambiental na graduação e Química Verde na pós-graduação, percebendo a diferença de atuação entre as duas, que antes lhe pareciam tratar do mesmo conteúdo. Os efeitos dessas disciplinas na prática da docente/pesquisadora foram tanto na percepção dos reais impactos da tecnologia química, quanto os impactos sócio-ambientais envolvidos nas tecnologias verdes através da compreensão da Avaliação do Ciclo de Vida (Anastas & Williamsom, 1996), estabelecendo para a professora/pesquisadora os primeiros sinais de dúvidas

em relação à sua idealização.

*Uma segunda solução*, a partir das idéias advindas da disciplina cursada na pós-graduação, foi ampliar os projetos de Iniciação Científica reforçando encaminhamentos distintos para um mesmo experimento, ou seja, buscando propostas claras para comparar um encaminhamento impactante ambientalmente com outro menos impactante. Isso seria possível através da substituição de reagentes, solventes, minimização de energia, etc. em experimentos tradicionais para reforçar os princípios da Química Verde. Nesse ano os projetos de IC foram concentrados na produção do íon ferrato (Ibanez, 2004) para a posterior utilização do mesmo no tratamento de água e produção de bafômetro caseiro, resultando no trabalho apresentado no XIII Encontro Nacional de Ensino de Química (Melo & Oliveira, 2006).

O passo seguinte seria comparar os experimentos de tratamento ‘tradicional’ da água, utilizando coagulantes e desinfetantes distintos, e de tratamento ‘verde’ da água, onde o íon ferrato exerceria as duas funções ao mesmo tempo. Na produção de um bafômetro caseiro o íon dicromato seria substituído pelo ferrato, típico da proposta verde.

A princípio o íon ferrato pareceu à docente ser a solução para os problemas ambientais gerados na elaboração de alguns experimentos didáticos, e até na destruição de poluentes recalcitrantes. No entanto, começou a perceber, a partir do alerta do seu orientador e da abordagem adotada na disciplina de pós-graduação, que mesmo a tecnologia verde apresentava impactos ambientais com os quais ela teria que lidar após a aplicação em sala de aula, tais como o descarte de uma solução de NaOH 10 mol/L. Convidou então suas orientandas da iniciação científica a testarem a adição dessa solução a rejeitos de óleo para obtenção de sabão, resultando em um descarte no esgoto com impacto ambiental menor.

Os experimentos eram desenvolvidos em sala de aula, nas casas dos orientandos ou, até mesmo, em seus ambientes de trabalhos, explorando qualquer período de tempo disponível. A professora fornecia a suas orientandos a bibliografia inicial a ser estudada e marcava algumas reuniões ao final do período das aulas para resolver dúvidas teóricas e práticas na elaboração dos experimentos. Eventuais adaptações eram feitas para o saneamento de dificuldades práticas e teóricas, assim como para produzir um maior envolvimento dos licenciandos. Em seguida, cada experimento elaborado era apresentado em sala de aula para todos os alunos da licenciatura. Algumas adaptações eram sugeridas pelos mesmos, e a professora tinha a oportunidade de avaliar o impacto daquela prática para seus alunos, no sentido de produzir uma discussão envolvendo a perspectiva sócio-ambiental. O ritmo de trabalho de todos era garantido pela tarefa de apresentar suas conclusões em congressos, encontros ou simpósios assim como redigir um artigo para a Revista Científica da Instituição a que estavam vinculados os projetos de Iniciação Científica.

*Em terceiro lugar*, ela aperfeiçoou sua metodologia de ensino. Desde o início do semestre manteve a atenção para as dificuldades conceituais dos licenciandos, abordando concepções alternativas de conceitos químicos comumente discutidos no Ensino Médio, assim como análise de livros didáticos tradicionais e alternativos. Trabalhou também propostas de abordagens construtivistas para ensino e aprendizagem de Química, discutindo inclusive formas de pesquisar em sala de aula. Apresentou a abordagem da Química Verde e da ética para uma civilização tecnológica, porém agora inserida em módulos teóricos e experimentais contemplando temas como água, combustíveis alternativos, fontes de energia alternativa, tecnologia química, etc. Essa inovação tinha como intenção apresentar conceitos químicos dentro de uma perspectiva do tema e com ênfase nas questões sócio-ambientais.

Sobretudo, introduziu a prática experimental de comparar um experimento tradicional com um experimento verde na produção de determinado produto e interpretou que de alguma forma esta metodologia favorecia à tomada de consciência sobre problemas ambientais. Por exemplo, logo percebeu a curiosidade sobre os problemas envolvidos no tratamento da água, pois os licenciandos

não tinham conhecimento sobre a formação de compostos organo-clorados durante a etapa de cloração no tratamento tradicional, e isso gerou várias discussões e questões sobre os experimentos. Em geral, o envolvimento dos alunos com as aulas experimentais era garantido através da solicitação para que eles trouxessem materiais de casa, tais como repolho roxo, areia, óleo vegetal, etc.; tal solicitação também tinha por função fazê-los perceber que muito do que encontravam em suas casas poderia ser utilizado na elaboração de experimentos de baixo impacto ao Meio Ambiente Humano.

*Em quarto lugar*, a professora monitorou de maneira mais eficiente a elaboração dos projetos dos licenciandos. Solicitou que eles formassem duplas para realizar projetos escritos de ensino de Química e pediu que os conteúdos envolvessem, também, as questões sócio-ambientais não mais somente na perspectiva da Química Verde como ocorreu no ano anterior. Os licenciandos deveriam ainda preparar uma apresentação oral, que permitiria uma discussão dos pontos essenciais com os colegas de sala.

Os projetos finais dos alunos apresentaram um avanço evidente em relação aos dos colegas do ano anterior, pois todos eles contemplavam a discussão de problemas ambientais. Entretanto, apresentavam também várias falhas, sobretudo em relação à percepção da complexidade dos problemas envolvidos. Por exemplo, em um projeto foram contempladas apenas as vantagens da produção do biodiesel, esquecendo as discussões feitas em sala de aula sobre vantagem e desvantagem dos vários outros modos de produção energética. Outra dupla privilegiou a produção de energia eólica, ignorando o impacto ambiental envolvido na produção das pás eólicas, inclusive fabricadas por uma indústria bastante poluidora na própria cidade dos licenciandos. Outro grupo trabalhou o problema da chuva ácida, porém sem acenar as maneiras de minimizá-la, da mesma forma que os licenciandos que discutiram os problemas do conteúdo das pilhas não se preocuparam em considerar a situação efetiva de descumprimento das leis ambientais. Nenhum dos grupos contemplou as questões sociais envolvidas nas tecnologias.

A atividade didática da professora concluiu-se com uma discussão com os licenciandos avaliando a disciplina e o efetivo envolvimento nos problemas sócio-ambientais. Dessa forma apareceram tanto as dificuldades enfrentadas no dia a dia quanto as influências positivas ou negativas do trabalho profissional sobre a atuação didática e vice-versa. Para completar as informações sobre o modo de pensar e sentir dos licenciandos, a professora aplicou um questionário aberto procurando entender sua visão sobre o meio ambiente e suas relações com o desenvolvimento científico e econômico. As respostas dos licenciandos revelaram ou uma visão utópica sobre o meio ambiente ou uma visão angustiada sobre a situação atual do planeta. Em relação ao futuro apareceram tanto comentários revelando desespero e acomodação, quanto esperança na contribuição do desenvolvimento científico e tecnológico para a solução dos problemas ambientais. A professora tentava estabelecer categorias para compreender as dificuldades para o envolvimento com as questões sócio-ambientais.

*Interpretando os eventos.* A narração dos eventos deste ano deixa claro um avanço significativo tanto na metodologia de ensino, quanto na aprendizagem dos licenciandos e também na tomada de consciência da professora sobre os problemas sócio-ambientais e didáticos. Houve uma conspiração das medidas adotadas: a ampliação do conhecimento da professora teve como efeito a ampliação de seus recursos didáticos e da sua capacidade de liderar os orientandos de Iniciação científica. Também houve uma modificação da relação com os licenciandos e uma oscilação produtiva entre os discursos da professora, que utilizou o discurso do **Mestre** (quando frisava a importância da questão ética na profissão), **da Universidade** (quando cobrava a adequação do conhecimento conceitual) e **da Histórica** (quando estimulava os licenciandos a melhorar sua atuação experimental). Assim, a professora apresentava como ‘verdade’, ainda, a necessidade da incorporação da Química Verde, estimulava o envolvimento dos orientandos na produção de experimentos verdes e dos licenciandos nos debates que acompanhavam o confronto

*entre experimentos verdes e tradicionais, exigia estudo no tratamento do conhecimento científico e questionava os projetos de ensino mostrando como se poderia avançar na análise dos problemas ambientais. Sobretudo, não se cansava de convidar os licenciandos a comprometerem-se profissionalmente com os problemas sócio-ambientais.*

*Podemos interpretar que as mudanças introduzidas pela professora constituíram um avanço na formação de professores, pois foram realizadas num contexto que tradicionalmente resiste às tentativas de envolvimento dos licenciandos. O conjunto de atividades que ela planejou e realizou conseguiu alcançar um equilíbrio entre o incentivo para que os licenciandos se envolvessem na busca do conhecimento e a sustentação e o conforto dos mesmos para que superassem o medo do desamparo e da impotência frente à novidade das tarefas. Este equilíbrio foi atingido de maneira intuitiva pela professora, que gostava de ensinar de forma tradicional, porém queria fortemente adotar metodologias ativas. Isso foi conseguido mediante a diminuição da ênfase no discurso teórico sobre a necessidade da adoção da perspectiva da Química Verde e o aumento significativo da realização de vários experimentos didáticos agora na perspectiva sócio-ambiental. Essa mudança conseguiu, em parte, convencer os alunos que a Química Verde não era uma utopia, mas uma possibilidade concreta: as atividades didáticas permitiam discussões de impactos sócio-ambientais de algumas tecnologias químicas valorizadas na mídia e apresentavam aos licenciandos possibilidades de trabalhar a experimentação com baixo impacto ambiental em sala de aula através da adoção de alguns dos princípios da Química Verde como norteadores.*

*O segundo ano de atuação docente na Licenciatura em Química terminava com uma situação complexa. De um lado, a professora podia contar com um aumento significativo de sua competência científica e docente, que lhe permitiu estruturar uma série de atividades bastante articuladas e orientadas a privilegiar a perspectiva sócio-ambiental. Por outro lado, ela manteve a valorização das tecnologias verdes, que lhe pareciam ‘a solução’ para o dilema enfrentado perante os problemas ambientais e sua formação científica. Ou seja, ainda mantinha uma visão dicotômica, com a **predominância na posição esquizo-paranóide**, porém suavemente abalada pelas aulas da disciplina de Química Verde onde questões sócio-ambientais eram sempre discutidas mesmo nos processos ditos verdes. Além disso, parece-nos que a professora permanecia com um conflito implícito não resolvido: de um lado, ela mantinha uma visão idealizada da QV que a levava a dar pouca atenção às condições e necessidades dos alunos e a demonstrar insatisfação com os resultados alcançados, decididamente inferiores aos que deveriam ser atingidos na formação de um professor de Química comprometido com a causa verde; por outro lado, como professora experimentada e acostumada a lidar com situações de ensino difíceis, ela percebia que tinha conseguido um resultado não trivial, pois seus alunos tinham tido um desempenho bem mais satisfatório do que os do ano anterior.*

## **O Ano da Militância Ambiental**

No início do novo ano, graças ao conhecimento adquirido nas disciplinas de pós-graduação cursada no ano anterior, elaborou e ministrou um curso sobre Biodiesel e Solventes Alternativos na I Escola de Verão em Química Verde. Além disso, começou a observar com mais cuidado e competência a situação ambiental nos arredores de sua casa, situada numa região de periferia de uma grande cidade.

***A luta contra a degradação ambiental do bairro.*** A professora percebeu a presença de Indústrias metalúrgicas e gráficas ilegalmente alojadas em seu bairro nos últimos anos e, simultaneamente, recebeu relatos de moradores que se queixavam de que sua saúde estava comprometida há algum tempo. Acreditou que seu conhecimento científico fosse suficiente para obter sucesso na recuperação da qualidade do ar e da saúde da população local, assim resolveu investir também nessa frente de luta, através da promoção de um movimento contra a permanência

das indústrias e da apresentação de queixas na prefeitura e nos organismos estaduais de controle. Como estes não surtiram os resultados desejados, fez denúncia ao Ministério Público do Estado: a denúncia foi acatada e transformada em três processos, porém resultados positivos ainda não foram obtidos; essa denúncia foi novamente retomada dois anos depois e novamente acatada, estando ainda em julgamento.

Paralelamente, entrou em contato com a população local buscando apoio através de abaixo-assinado e percebeu a total falta de conhecimento dos moradores sobre os impactos causados por essas indústrias. Algumas pessoas acreditavam nos argumentos por ela utilizados, porém temiam lutar contra pessoas ‘tão poderosas’. Também, teve que lidar com moradores que eram funcionários dessas indústrias e temiam pelo seu emprego caso se envolvessem nessa luta, como seus patrões tinham deixado claro; outros ainda estavam preocupados com a sua sobrevivência já que a saída das indústrias do bairro significava falta de emprego.

Durante suas conversas com os moradores conseguiu perceber que a maioria reconhecia como poluentes apenas aqueles produtos associados a cheiros ruins e fumaça preta; porém, a metalúrgica fazia suas emissões ácidas no período noturno, normalmente emitindo odor de ácido hipocloroso que lembrava os alvejantes domésticos, e, no caso da indústria gráfica do bairro, os solventes utilizados eram prevalentemente aromáticos e invisíveis. E ainda, muitos acreditavam que o desenvolvimento econômico significava minimização das diferenças sociais e acesso ao consumo, sendo que a preocupação com as questões ambientais estaria relegada a pessoas muito bem estabelecidas socialmente e sem grandes preocupações com a sobrevivência. Finalmente, os moradores resistiam em aceitar que problemas tão sérios estivessem ocorrendo em suas casas, por não ter outra opção a não ser continuar morando nesse local.

Esses eventos, apesar de distintos da atuação docente, de fato, influenciaram muito a conduta da professora na época, estimulando novamente a insatisfação com resultados parciais até então obtidos na prática docente. Ela acreditava ainda que o envolvimento dos alunos com essas questões tinha que ser total. Contou aos alunos a experiência vivenciada em seu bairro, na tentativa de fazê-los perceber a urgência do envolvimento deles com questões sócio-ambientais. Entretanto, percebeu neles quase a mesma reação encontrada na população local, ou seja, os alunos pouco conheciam sobre os impactos da sua própria ação enquanto químicos no Meio Ambiente Natural e Social (Soto, 1987), e ainda, acreditavam que o preço do desenvolvimento somente poderia realizar-se com o prejuízo dos mesmos. Assim, procurou divulgar ao máximo a necessidade de modificar o ensino de Química na direção de uma perspectiva sócio-ambiental.

O ensino para os licenciandos sofreram duas modificações que nos pareceram significativas. Apesar de continuar a comparar um experimento tradicional com um verde, agora a professora buscava avaliar e discutir com seus licenciandos *os impactos inerentes tanto às tecnologias verdes quanto às tradicionais* e, também, procurou insistir na responsabilidade de todos no processo de remediação ambiental e, sobretudo, nos compromissos dos professores de Química com essa causa. Em particular, esperava que a exposição sistemática de seus investimentos pessoais em seu bairro estimularia comportamentos semelhantes por parte dos licenciandos em suas atuações como discentes e profissionais.

Por outro lado, suas leituras e reflexões sobre a Sociedade de Risco (Beck, 1998; Lenzi, 2006) a levaram a abandonar a visão ingênua de que a *Química Verde* contivesse a solução para os problemas ambientais, pois suas tecnologias também apresentavam impactos e riscos; mais do que isso, chegou a concluir que não existiria uma solução definitiva. O discurso da professora em sala de aula estava se tornando mais articulado e complexo focalizando uma procura de várias soluções que somadas minimizariam os impactos ambientais causados pela existência humana. Tais soluções incluiriam consumo e descarte responsáveis, controle de natalidade e a avaliação dos impactos das tecnologias inerentes a uma Sociedade de Risco. Suas discussões com os alunos em sala de aula levavam a concluir ainda, que a existência humana seria impactante ambientalmente e

tudo o que poderia ser feito seria a minimização desse impacto através da escolha crítica de formas de viver.

Tais conclusões levaram a professora a modificar o enfoque da formação de professores ampliando o esforço na elaboração de experimentos verdes e introduzindo a discussão de temas com ênfase na ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Essas mudanças a levaram a acreditar que este ano os projetos de ensino seriam melhores do que os dos anos anteriores e que ela identificaria evoluções significativas na formação desses futuros professores. A realidade novamente se encarregou de frustrar essas expectativas.

A turma desse ano era muito heterogênea, quando comparada a dos anos anteriores. Somente uma parte dos alunos estava efetivamente comprometida com a licenciatura; os outros licenciandos demonstravam pouco interesse, ou porque se achassem já habilitados, ou por trabalharem em Indústrias e considerarem a licenciatura uma possibilidade de trabalho somente suplementar. Um indício disso foi que durante o período das aulas era comum a emenda de feriados com a ausência total dos alunos; além disso, outras faltas eram justificadas por problemas pessoais ou por exigências no trabalho. Outro ponto importante que tinha caracterizado a atuação dos licenciandos nos anos anteriores e que não apresentou melhoria neste ano foi a pouca preocupação com o impacto ambiental das experiências didáticas realizadas no laboratório, já que a ação laboratorial praticada na IES levava os alunos a descuidarem da quantidade de reagente utilizado e do tratamento adequado dos resíduos. Um dos indícios do interesse limitado dos licenciandos foi a reação que eles tiveram em relação a um questionário que tinha por intenção levantar informações sobre a origem e a intensidade do comprometimento ambiental de cada um: somente cinco dos onze licenciandos responderam ao questionário.

Durante o segundo semestre a própria professora passava por problemas pessoais, pois uma das Indústrias de seu bairro, apesar de ter sido lacrada, entrou com liminar e voltou a funcionar a todo vapor, aumentando a preocupação da professora com a saúde da sua família e dos vizinhos e abalando o ânimo de sua atuação docente, com a conseqüência quase imediata de sentir-se culpada pelo desinteresse dos alunos e pelas suas dificuldades na elaboração e aplicação dos projetos de ensino. Alguns deles, por exemplo, não trabalharam os problemas sócio-ambientais em seus projetos; outros revelaram busca limitada das informações sobre os processos analisados. Outros ainda realizaram uma análise parcial dos temas, com o esquecimento dos efeitos contemplados na avaliação do ciclo de vida; além disso, na apresentação dos projetos algumas vezes apareceu uma grande diferença no investimento de cada membro da dupla.

Um ponto positivo, que ajudou a professora a entender melhor os efeitos das atividades propostas foram os comentários escritos ou as conversas informais com os licenciandos: em geral, estes apreciaram os experimentos que comparavam metodologias verdes e tradicionais e reconheceram o papel importante das discussões em sala de aula para a formação de uma consciência crítica sobre tecnologia e meio ambiente. Vários alunos salientaram também a importância da relação entre as discussões em sala de aula e os eventos fora dela, principalmente os que diziam respeito à atuação profissional em indústrias. Entretanto, a professora considerou o ano improdutivo para prática docente. Ficou insatisfeita com a participação dos alunos durante as aulas, com os alunos que não entregaram os questionários, com os projetos de ensino e com sua própria atuação docente, pois esperava um avanço em relação ao ano anterior.

*Por outro lado*, durante as férias de julho a professora elaborou e ministrou um curso com duração de 16 horas sobre “*Química Verde*” na Instituição de Ensino Superior onde trabalhava, tendo como público alvo os bacharéis em Química, alunos tanto do primeiro, quanto do sexto semestre. Ela ficou satisfeita em perceber que alguns alunos do bacharelado, que anteriormente não haviam compreendido totalmente a idéia da aplicação da Química Verde na indústria, frequentaram o curso participando e buscando maiores informações sobre essa atuação. Esse curso contemplou também o conceito de avaliação do ciclo de vida (Anastas & Lankey, 2002), que trouxe uma

perspectiva dos impactos reais envolvidos na produção de bens, demonstrando que a Química Verde não tinha a solução, já que todas as formas de produção são impactantes, algumas mais outras menos. A participação dos alunos do bacharelado nesse curso envolveu um grande investimento por parte deles, já que não faltavam a nenhuma aula, procuravam e relatavam sugestões para minimização de impactos durante as práticas experimentais e solicitavam ajuda para discutir e solucionar questões ambientais das indústrias nas quais trabalhavam; em particular procuravam informações sobre a minimização de sulfatos nas águas residuais e solicitavam artigos sobre a produção e utilização de ferrato no tratamento de efluentes industriais. A professora também era procurada pelos bacharelados para responder a questões conceituais e de interpretação dos artigos científicos indicados por ela. Interpretou esses questionamentos e buscas como um comprometimento com a sua proposta; não só participavam em sala de aula, mas também fora dela, pedindo novas leituras e mostrando interesse em pesquisar sobre o assunto. Ao final do curso os alunos foram questionados sobre suas impressões a respeito dos conteúdos discutidos: eles se manifestaram alegando algumas dificuldades conceituais na compreensão de alguns tópicos abordados, tais como: eletrólise, potenciais de redução, etc. Em suma, as dificuldades estavam relacionadas a conceitos básicos; embora a docente tivesse tentado minimizá-las, seu trabalho não fora suficiente. Os alunos propuseram a continuação desse curso para o próximo ano com uma carga horária maior para facilitar a assimilação de conceitos. A professora também percebeu que alguns artigos indicados como referências nesse curso de inverno, apresentaram-se de difícil interpretação por parte de certos alunos, porém havia compromisso por parte deles, pois lhe mostravam onde estavam suas dificuldades e buscavam respostas: participavam das aulas colocando suas posições e não simplesmente ouvindo. Nas aulas experimentais a maioria dos alunos se preocupou com o destino dado ao material residual. Decidiram que as soluções residuais, da produção de ferrato e do biodiesel, fossem utilizadas por alunos da iniciação científica da Instituição de Ensino para a possível produção de sabão. O biodiesel produzido foi encaminhado a um aluno da Iniciação científica que trabalhava com a produção desse biocombustível.

Embora a experiência com os licenciandos tenha sido frustrante, a elaboração e aplicação do curso de Química Verde para os bacharelados trouxeram sugestões e animo para a organização das atividades de ensino aplicadas no curso de licenciatura.

*Interpretando os eventos. O envolvimento com a luta contra indústrias altamente poluentes instaladas ilegalmente no bairro da professora, fez com que ela acreditasse na urgência de uma abordagem sócio-ambiental para os conteúdos de Química, pois além dos impedimentos característicos de uma sociedade injusta deparou-se com uma população absolutamente desinformada dos impactos causados por essas indústrias. Pior decepção foi constatar que o mesmo ocorria com seus licenciandos, químicos formados ou em formação, que também ignoravam a maior parte dos impactos gerados pela sua ação profissional. Tornou-se então uma militante das causas ambientais. Esse envolvimento tão pungente e sério a fez regressar na elaboração de seu discurso. Foi quase como uma volta à situação do primeiro ano da experiência didática. Neste caso o **Discurso do Mestre** não foi estabelecido de forma estável, não conseguindo capturar os licenciandos; o **Discurso da Histórica** circulou de forma eventual durante as aulas da licenciatura. Novamente os projetos de ensino foram elaborados num clima de **Discurso da Universidade** com suas exigências e sua seleção.*

*O resultado do envolvimento pessoal fez com que as relações estabelecidas com os licenciandos fossem contaminadas por uma insistência em interpretar as necessidades deles, mesmo sendo eles capazes de expressar sua opinião e decidir o que seria melhor: talvez essa insistência tenha colaborado para uma regressão na relação didática. Assim, quando a professora insistia sobre o envolvimento militante com as causas sócio-ambientais, não se limitando a apresentar e sugerir atividades didáticas comprometidas com essas questões, ela obteve como resultado uma regressão na produção de projetos com essa ênfase: inclusive um dos projetos apresentados valorizava a tecnologia envolvida na metalurgia do ferro, altamente poluidora, o que*

*deixou a professora profundamente frustrada. Interpretou ainda ser fundamental para a sobrevivência dos seus alunos, uma consciência plena dos impactos causados pelas tecnologias químicas e da importância, enquanto professores, de divulgarem esses impactos. Essa ‘violência’, que não considerava as condições efetivas de seus licenciandos e suas possibilidades reais de engajamento, só foi de fato percebida pela docente através do acompanhamento do olhar crítico do grupo de pesquisa, ao transcrever as aulas no ano seguinte.*

*Outro fruto desse envolvimento com os problemas do seu bairro foi a compreensão do conceito de Sociedade de Risco e da complexidade da problemática ambiental, com conseqüente dificuldade de encontrar soluções simples e rápidas. Até mesmo na elaboração da sua metodologia, em função das abordagens tradicional e verde para uma mesmo experimento, deu-se conta que até os experimentos mais verdes vinham acompanhados de impactos ao Meio Ambiente Natural e Social. Por isso podemos interpretar que nesse ano a professora começou a amadurecer nas suas relações humanas e educacionais. Passou a minimizar a sua idealização da Química Verde (abandonando a posição esquizo-paranóide que até então era dominante), e começou a incorporar no seu discurso as implicações da concepção de uma Sociedade de Risco, onde a solução dos problemas ambientais não está somente na evolução das tecnologias verdes, mas também no controle de natalidade, na alfabetização científica que gera uma ação cidadã, na consciência no consumo de bens duráveis e não duráveis. Consideramos que este ano de atuação docente constituiu o da migração para uma posição predominantemente depressiva, que de acordo com Melanie Klein significa o amadurecimento do aparelho psíquico. De fato ela mantinha uma visão dicotômica nas lutas ambientais, entretanto sua posição teórica sobre o tema já tinha se tornado mais flexível e capaz de enxergar as limitações de todas as propostas.*

*Quanto às atividades didáticas ela oscilava entre uma postura rígida, quase de confronto, em relação a seus licenciandos e uma relação mais dialógica em relação aos alunos de bacharelado que participaram do curso sobre Química Verde na Instituição de Ensino Superior durante as férias de julho. A elaboração e aplicação desse curso permitiram que a docente percebesse formas novas de gerar questões e discussões abertas, mais eficientes do que as adotadas até então na licenciatura. Sem dúvida a relação estabelecida com os alunos favoreceu o deslocamento entre o discurso do Mestre e da Histórica, incluindo até as breves discussões, nas quais assessorava as decisões tomadas pelos alunos em suas relações profissionais.*

*O terceiro ano da docência no Ensino Superior ao invés de tender à rotina, como acontece geralmente quando uma experiência se repete várias vezes, ampliou a dinâmica tornando-a fora de controle e, conseqüentemente, exigindo um novo investimento. Por isso, a insatisfação da professora em relação aos resultados conseguidos na licenciatura tornou-se o motor da decisão de que no ano seguinte tomaria algumas providências que evitariam o desgaste ocorrido neste ano.*

## **O Ano da Flexibilização e da Escuta**

No ano seguinte, algumas modificações foram introduzidas. Houve uma reformulação dos temas abordados nas aulas, no sentido de atender as preferências dos alunos e de contemplar a discussão sobre os impactos das várias tecnologias tanto na produção de bens de consumo, como na ação do professor ao elaborar experimentos para seus alunos. A meta era estabelecer relações entre o conhecimento científico e sua aplicação na construção das tecnologias químicas, e ainda, o enfrentamento das questões sócio-ambientais advindas da aplicação destas. De acordo com Hickman e colaboradores (1987) a seleção dos conteúdos CTS, deve levar em consideração se os conteúdos são aplicáveis à vida dos licenciandos e adequados ao seu nível de desenvolvimento cognitivo e de maturidade social; se os temas são importantes no contexto dos licenciandos e se estes podem aplicar o conhecimento em contextos diferentes dos científicos e finalmente, se os licenciandos mostram interesse e entusiasmo pelos temas.

Considerando esses critérios e o interesse demonstrado pelos alunos nos três últimos anos da pesquisa, foram adotados os seguintes temas para as aulas:

1. Educação em ciências com ênfase em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
2. Teoria Gaia.
3. Recursos hídricos – Água.
4. Energia - Combustíveis alternativos – álcool.
5. Energia – Combustíveis alternativos - biodiesel.
6. Tecnologias verdes - Química Verde.
7. Transformações Químicas e tecnologia – vidro.

Essa seleção também estava relacionada com a existência de experimentos que pudessem contemplar discussões sobre tecnologias verdes em contraposição às tecnologias tradicionais, ou até mesmo experimentos didáticos mais verdes e menos verdes. Sendo assim, estes temas buscavam permitir uma discussão sobre os impactos da ação humana tanto na produção de bens de consumo, como na ação do professor ao elaborar experimentos para seus alunos.

***Estratégias de ensino para as disciplinas “Prática de Ensino de Química II” e “Projetos de Ensino de Química”.*** A professora trabalhou com um grupo de 20 licenciandos, sendo o tempo de aula de aproximadamente 3 horas por semana, em cada sábado do semestre.

Na primeira disciplina adotou aulas expositivas, acompanhadas de discussões para a resolução de problemas reais e simulados através de debates e controvérsias sobre os temas de possível interesse desses alunos, pois estavam relacionados com sua experiência cotidiana. Na primeira parte da disciplina abordou os temas descritos anteriormente, através de aulas dialogadas. Os alunos frequentemente interrompiam trazendo questões, experiências da vivência que tinham na indústria sobre esse assunto, ou mesmo questionando valores adotados ou enfatizados pela docente. Na intenção da professora, a discussão dos temas apresentados durante a disciplina serviria para ampliar a visão dos licenciandos para uma educação em ciências mais humanista, menos fragmentada. Buscava fazê-los estabelecer relações entre o conhecimento científico e a aplicação desse conhecimento na construção da tecnologia e o enfrentamento de questões sócio-ambientais. Dessa forma, a introdução dessa perspectiva ambiental/verde para os licenciandos estaria de acordo com as necessidades cotidianas dos alunos, gerando um comportamento mais ético em relação ao Meio Ambiente Humano. Nas discussões foi dado um destaque sistemático aos problemas ligados ao ensino, privilegiando a economia de reagentes para minimizar os impactos da geração de efluentes tóxicos e a busca de reagentes menos impactantes. Vários exemplos mostravam essa preocupação da professora: sua insistência em abandonar experimentos, que embora fossem visualmente bonitos, eram ambientalmente impactantes; sua recomendação para o cuidado na manipulação de reações que produziam gases tóxicos; sua insistência no uso limitado de reagentes como a base para neutralizar a chuva ácida; até mesmo sugeria um cuidado também com o ferrato, pois apesar de ser considerado menos poluente do que outras substâncias, o descarte da solução básica, onde este tinha sido produzido, era problemático. Outra mudança foi no sentido de um monitoramento maior da atuação dos licenciandos. Primeiro, durante as discussões sobre os temas, os licenciandos apresentariam os experimentos correspondentes em duplas, sendo um licenciando responsável pela apresentação do experimento com abordagem tradicional e o outro com abordagem menos impactante, seguida de discussão abertas sobre vantagens e desvantagens de cada experimento.

Na disciplina de projetos, estes seriam escolhidos, elaborados e apresentados *individualmente* e deveriam abordar problemas sócio-ambientais, estabelecendo inclusive data para apresentação dos pré-projetos. As apresentações seriam gravadas com o consentimento dos alunos. Estes não se mostraram incomodados, pois sabiam que os registros auxiliariam a pesquisa da professora; por outro lado, não foi pedida a autorização da Instituição, pois já era de conhecimento que no final do ano haveria a demissão da grande maioria dos professores com salários mais

elevados (inclusive da professora). O clima durante as aulas era agradável, sustentado pela confiança da professora de que neste ano identificaria evoluções significativas na formação desses futuros professores. Ela confiava no estabelecimento das novas estratégias e nas incansáveis colocações no sentido de formar professores comprometidos com as questões sócio-ambientais e, até mesmo, na exposição *eventual* de seus investimentos pessoais no cumprimento da Lei Ambiental em seu bairro, que esperava estimulasse comportamentos semelhantes por parte dos licenciandos. Durante as discussões dos pré-projetos, os licenciandos revelaram resistências colocando as dificuldades que seus alunos de ensino médio teriam para apreender os conceitos químicos em uma contextualização sócio-ambiental. Na opinião dos licenciandos os alunos teriam maior facilidade com exercícios envolvendo somente cálculos e estratégias características de ciências exatas. Entretanto, durante a discussão ficou claro que as dificuldades atribuídas aos seus alunos, estavam diretamente associadas com as dificuldades que eles mesmos encontravam por não terem aprendido Química sob essa perspectiva. As questões levantadas foram: como selecionar, perante uma bibliografia, os tópicos pertinentes, como relacionar os conteúdos químicos com as questões sócio-ambientais, e ainda, quais avaliações seriam adequadas a essa proposta. Como ajuda na elaboração dos projetos, foi indicado que deveriam incluir *justificativa* (porque ensinar), *objetivos* (o que ensinar), *desenvolvimento* (como ensinar) e *conclusões finais*, relacionando especificamente esses itens com os projetos escolhidos.

Um avanço significativo na estruturação das atividades da professora foi a elaboração de indicadores que permitiram ter uma visão mais completa da aprendizagem dos licenciandos sobre a perspectiva sócio-ambiental e do correspondente comprometimento. A grade de indicadores, elaborada em sua versão final no ano sucessivo, está na tabela 2 e ajudou a professora/pesquisadora a avaliar também sua própria atuação didática.

**Tabela 2** – INDICADORES DE COMPROMETIMENTO SÓCIO-AMBIENTAL, UTILIZADOS PARA AVALIAÇÃO DOS PROJETOS DE ENSINO DE QUÍMICA NO ÚLTIMO ANO DA EXPERIÊNCIA (Melo, 2010, p. 131)

<i>a) Reconhecer os conceitos químicos envolvidos na tecnologia química.</i>
<i>b) Reconhecer os impactos ambientais e sociais causados pela tecnologia química.</i>
<i>c) Relacionar os conceitos químicos com as questões sócio-ambientais, inerentes às tecnologias químicas, de forma articulada.</i>
<i>d) Buscar pelo conhecimento de tecnologias verdes, mesmo idealizando-as.</i>
<i>e) Reconhecer que as soluções para os problemas ambientais vão além das tecnologias verdes, assumindo que toda tecnologia é poluente.</i>
<i>f) Reconhecer a responsabilidade que compete a cada indivíduo, principalmente com um consumo responsável.</i>
<i>g) Reconhecer a responsabilidade profissional do químico comprometida com uma atuação ética e com as questões sócio-ambientais.</i>
<i>h) Planejar o ensino de forma a privilegiar a relação com as questões ambientais.</i>
<i>i) Planejar o ensino de forma a privilegiar a relação com as questões sociais</i>
<i>j) Planejar os experimentos didáticos reduzindo sistematicamente o impacto ambiental.</i>

Em resumo, quase todos os licenciandos revelaram dificuldades em planejar seu ensino incluindo avaliações que envolvessem situações abertas e qualitativas e, também, apresentaram de forma genérica as relações entre os problemas ambientais e os conceitos químicos. A dificuldade de compreensão do ciclo de vida de um determinado processo químico fez com que os licenciandos estabelecessem uma interpretação sobre questões sócio-ambientais exclusivamente na forma como um determinado bem de consumo impacta o Meio Ambiente Humano (Soto, 1987) através de sua degradação. Vários licenciandos também entenderam que sua tarefa como docentes seria unicamente deixar claro quais eram os problemas ambientais, esquecendo os problemas sociais que

acompanhavam a aplicação de uma dada tecnologia, as razões dos impactos por ela gerados e a busca de alternativas verdes a essa tecnologia. Muito difícil para os licenciandos foi estabelecer discussões com seus alunos para escutar suas opiniões e acrescentar outras discussões que pudessem gerar diferentes posicionamentos facilitando a inclusão deles no processo de responsabilização sobre as questões ambientais. De forma semelhante, houve a dificuldade dos mesmos alunos em abordar problemas locais, preferindo escolher temas mais distantes da sua realidade local, como não querendo enxergar a necessidade de um posicionamento mais atuante.

Entretanto, apesar de todas essas dificuldades, podemos considerar que houve uma aprendizagem efetiva dos licenciandos, compatível com suas possibilidades em termos de conhecimentos básicos e com sua disponibilidade de investimento nas tarefas.

***Interpretando os eventos.** Dois aspectos da atuação da professora chamaram a atenção durante este quarto ano de experimentação de um novo currículo. De um lado, a retomada de controle sobre as atividades e sobre o clima da sala de aula. Controle equilibrado, que explorava a alternância dos discursos **do Mestre**, com o convite à dedicação ao ensino e à luta pela preservação ambiental, **da Universidade** com suas exigências de esforço na aprendizagem conceitual da Química e de suas tecnologias, e, finalmente, **da Histórica**, problematizando os experimentos, os projetos e as idéias de senso comum. A característica mais marcante parece ter sido a articulação entre os discursos, pois conseguiu manter os alunos interessados e envolvidos, apesar das condições institucionais pouco favoráveis, inclusive por causa das notícias sobre o futuro da Instituição. Isso, além de tornar as atividades mais flexíveis, favorecia certa cumplicidade entre alunos e professora.*

*Outro aspecto relevante foi a evolução das crenças educacionais da professora. Ela já tinha assimilado os princípios orientadores da Sociedade de Risco e já tinha acalmado a angústia do combate contra as indústrias poluidoras de seu bairro, podendo adotar uma atitude firme, porém tranqüila em relação ao comprometimento com as causas sócio-ambientais, sem esperar uma solução definitiva. Assim ela conseguiu ter uma escuta dos licenciandos e uma análise mais distanciada e objetiva dos eventos, inclusive buscando as razões das escolhas feitas.*

*A análise dos dados referentes à evolução da professora e dos alunos continuou no ano seguinte ao término da experiência e permitiu que ela conseguisse um ulterior avanço na tomada de consciência das suas relações pedagógicas com os alunos. Além de reconhecer a **violência secundária** (Aulagnier, 1979), ou seja, não estruturante, de seu discurso que pretendia modificar os alunos independentemente de suas possibilidades e desejos, a análise das gravações permitiu que a professora percebesse as possibilidades efetivas de seus licenciandos no contexto institucional e pessoal, reconhecendo os limites da ação docente. Como consequência percebeu também que sua metodologia não seria capaz de modificar os alunos de acordo com seus próprios desejos e convicções, sem invalidar a importância de procurar aperfeiçoá-la sistematicamente para não perder a sustentação da ação didática. Finalmente, numa visão retrospectiva do trabalho realizado ao longo da experiência podia valorizar o impacto desta sobre os licenciandos e sobre ela mesma.*

*Após o término da experiência a professora/pesquisadora procurou analisar sua própria evolução ao longo da mesma, com a ajuda do grupo de pesquisa com o qual estava trabalhando. Reconheceu que o discurso praticado no primeiro ano com a interpretação de Hans Jonas sobre a ética para uma civilização tecnológica era semelhante ao discurso ingênuo e utópico do movimento ecológico da década de 1970 (Lenzi, 2006). Por outro lado, quando ela considerou a Química Verde como uma solução para compatibilizar a preservação ambiental com o desenvolvimento econômico e as questões sociais, assumiu uma visão semelhante à da modernização ecológica da década de 1980 (Lenzi, 2006), onde temos uma idealização das tecnologias verdes. A participação ativa para solucionar os problemas ambientais do seu bairro a levou a um maior amadurecimento, com a compreensão de que, qualquer que seja a opção escolhida, sempre haverá riscos e*

*implicações sócio-ambientais quando tratamos de problemas que envolvem tecnologias e compatibilização com a sociedade. Nesse momento o discurso de Beck sobre Sociedade de Risco complementou efetivamente sua visão sobre essa problemática, reconhecendo que as soluções serão sempre parciais, e que os riscos existirão sempre.*

## **Considerações Finais**

A importância das questões sócio-ambientais vem crescendo rapidamente, sobretudo na elaboração de currículos de ciências, com conseqüências para a formação de professores. As metas de uma formação comprometida com as questões sócio-ambientais são bastante amplas e envolvem não somente a apropriação do conhecimento científico teórico e experimental, mas também o reconhecimento dos impactos ambientais. No caso do ensino de Química é relevante a discussão sobre a utilização de produtos químicos, a análise das possíveis conseqüências da aplicação de algumas tecnologias químicas e o planejamento de atividades experimentais minimizando prejuízos ambientais. Nessa pesquisa procurou-se tornar viável a formação de professores de Química na perspectiva de um comprometimento com as questões sócio-ambientais. Para tanto acompanhamos a elaboração e aplicação de uma metodologia de ensino, apoiada nos princípios da Química Verde e voltada para tais questões, pela docente de disciplinas da licenciatura em Química em uma Instituição de Ensino Superior particular no interior de São Paulo durante o período de quatro anos. Nossa análise focalizou principalmente a evolução da professora tanto nos aspectos teóricos quanto em sua prática docente a partir dos projetos de ensino e das participações dos alunos, dos artigos por ela elaborados, de sua narrativa, e das gravações em vídeo e áudio referentes à sua atuação didática. Essa análise permitiu também elaborar conclusões sobre a evolução da aprendizagem dos licenciandos durante as disciplinas ministradas pela professora e sobre o comprometimento com as questões socioambientais contemplados nos projetos por eles apresentados.

A evolução da professora pode ser resumida pelos seguintes pontos:

**a) Ênfase às questões sócio-ambientais no currículo de Química** - A ênfase dada ao currículo de Química, vivenciado pela docente, valorizava o corpo teórico da química, suas leis e suas teorias. Esta era norteadora para o estabelecimento de estratégias de ensino comprometidas com a aprendizagem desse corpo teórico, sem a preocupação de relacionar o mesmo na compreensão do universo do aluno. Com a divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a comunidade escolar passou a solicitar que a ênfase curricular deveria estar comprometida não só com as competências desenvolvidas pelo estudo desse corpo teórico, mas também com a contextualização sócio-cultural. Isso propiciaria a formação de um cidadão consciente e crítico sobre as influências das tecnologias químicas nas questões sócio-ambientais. As instituições nas quais ela trabalhava e os cursos em ensino de química, freqüentados por ela, estimularam essa busca através da discussão dos PCNs e PCNs+. O caminho percorrido por ela na sua evolução profissional e humana foi fortemente influenciado pela formação familiar, de respeito humano e à natureza. Portanto, a proposta de trabalhar tanto na docência, quanto na pesquisa, com as questões sócio-ambientais estava em forte ressonância com as escolhas realizadas no seu percurso de vida.

**b) A idealização da Química Verde** - O encontro de artigos descrevendo a busca por tecnologias comprometidas com o Meio Ambiente Humano, chamada de Química Verde e do livro “*El Principio de Responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*” (Jonas, 1995) propiciaram o início da busca na utilização dessas idéias como fundamento de uma metodologia, onde a ética passasse a ser um tema transversal. A partir de suas pesquisas a Química Verde foi incorporada pela professora como objeto ideal, acreditando ser ela capaz de conter a solução para os problemas ambientais produzidos pelas tecnologias químicas. A idealização da Química Verde combinada com a proposta de Jonas (2005) de uma ética para uma civilização tecnológica constituiu um discurso ideológico que a pressionava a abandonar um ensino que

privilegiava o conteúdo teórico, e passar a adotar um ensino comprometido com a formação cidadã.

Nesse momento ocorreu a separação da Química Verde (ideal/boa) da Química tradicional (indesejada/má). Nessa fase ela não conectava esses novos parâmetros à realidade escolar, no sentido de avaliar quanto esse discurso novo estava descolado da realidade de seus licenciandos. Também não conseguia perceber quanto os alunos de fato reconheciam a Química Verde como componente efetiva da Química, e não como algo simplesmente utópico, irreal. Essa idealização se mostrou pouco pragmática na elaboração de sua metodologia de ensino, assim como os resultados colhidos foram decepcionantes (Ano da Ilusão Docente).

**c) O investimento na compreensão mais profunda dos problemas ambientais e da Química Verde** - A ineficiência do seu discurso levou-a a buscar maiores informações teóricas, tanto sobre Química ambiental quanto verde, e ainda, os conhecimentos reais (e não ideais), que envolvem as questões sócio-ambientais. Começou também a avaliar a disponibilidade efetiva de seus licenciandos para uma mudança tão drástica em relação à Química e seu ensino. Ao frequentar as disciplinas de Química Ambiental do curso de graduação e a disciplina de Química Verde do curso de pós-graduação, conseguiu realizar a conexão entre tecnologia Química e os impactos ambientais causados pela mesma. Pode inclusive enxergar a real aplicação da Química Verde no sentido de gerar a formação dos licenciandos de acordo com a da ênfase CTSA.

Nessa fase, juntamente com suas orientandas de iniciação científica, pesquisou, elaborou e aplicou em sala de aula experimentos didáticos comprometidos com a ‘causa verde’. A metodologia começava a conter não só um discurso coerente e eticamente orientado, mas também práticas comprometidas com esse discurso (Ano do Aperfeiçoamento Docente).

**d) A percepção de que também as tecnologias verdes eram impactantes** - Durante a pesquisa da aplicação do íon ferrato na produção de experimentos verdes, percebeu os impactos ambientais gerados até mesmo pelas tecnologias verdes. Nesse momento ocorreu uma reconciliação entre a Química Verde e Tradicional, pois ambas produziam impactos ambientais, maiores ou menores e se mostravam indispensáveis a manutenção da vida. A compreensão da globalização das questões ambientais gerou também o entendimento de que elas não são pontuais, não podem ser resolvidas com um investimento localizado, mas sim necessitam de intervenções gerais, amplas e em múltiplos setores. Do seu lado, começou a assumir a responsabilidade sócio-ambiental quando utilizou seus conhecimentos científicos para iniciar um processo de recuperação ambiental e da saúde pública nos arredores da sua casa. A descoberta de uma situação ambiental degenerada em seu próprio bairro foi o estopim para um envolvimento na luta por condições de vida melhores para a comunidade onde morava. Assim, compreendeu que a tarefa do professor é estar atento à emergência das circunstâncias que podem multiplicar o investimento dos alunos na busca do conhecimento científico. A professora buscou a extensão da profissão docente, multiplicando as ocasiões de esclarecimentos sobre os problemas ambientais para todos os moradores e explorando sua atuação social para potencializar seu ensino com os licenciandos. (Ano da Militância Ambiental).

**e) Assumir também a responsabilidade pelos problemas sócio-ambientais na prática diária.** Durante o último ano de sua experiência adotou de forma sistemática uma metodologia onde os impactos sócio-ambientais eram discutidos, também, através da comparação entre tecnologia tradicional e tecnologia verde. Dessa forma, percebeu que essa discussão estava propiciando o início do reconhecimento, por parte dos licenciandos, dos impactos envolvidos em ambas. A professora esperava que tal metodologia levasse seus alunos a concluir que não há uma solução para os impactos sócio-ambientais produzidos pelas tecnologias químicas, mas sim várias soluções. Dentre elas, estaria incluso também o fato de assumirem suas responsabilidades no processo de remediação sócio-ambiental, ou seja, procurarem minimizar os impactos provocados em geral pela existência humana. O levantamento das principais dificuldades objetivas apresentadas pelos licenciandos durante a discussão dos pré-projetos permitiu estabelecer indícios de

comprometimento sócio ambiental que poderiam ser total ou parcialmente atribuídos aos licenciandos dependendo das suas expectativas sobre a docência e de suas crenças do que seria ensinar eficientemente Química. Assim, podemos dizer que, neste ano prestou mais atenção ao processo dos alunos e procurou evitar que eles se sentissem abandonados durante a elaboração de seus projetos de ensino. Conseguiu resultados parciais, porém importantes. (Ano da Flexibilização e da Escuta).

**f) Reconhecimento dos limites da ação docente.** A análise detalhada das gravações das aulas a fez compreender como sua atuação ainda era marcada pelo desejo de tornar a mente e a ação dos alunos cópia da sua própria atuação, de alguma forma não respeitando os limites e as possibilidades reais dos mesmos. Sobretudo percebeu que a relação com a Química e o meio ambiente não constitui o único problema, nem o mais importante, na vida dos licenciandos. E ainda, que o comprometimento deles com a causa ambiental só seria genuíno se fosse articulado com o conjunto das preocupações de cada um. Ficou claro para a professora que isso depende muito das circunstâncias e dos eventos que caracterizam nossa vida. Essa análise, feita essencialmente sob a perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico de Melanie Klein foi de grande ajuda no processo de sistematização dos indícios anteriormente levantados, que foram transformados em indicadores para avaliar o alcance da aprendizagem dos alunos ao desenvolver seus projetos.

Para finalizar, podemos nos perguntar qual a relevância e a originalidade desse trabalho e sua contribuição para a área de pesquisa. As considerações a seguir poderão ajudar para esse entendimento.

1. O trabalho apresenta a análise e a interpretação de uma intervenção de longo prazo: durante quatro anos as atividades de ensino foram sendo aplicadas e modificadas sistematicamente, procurando avançar em relação aos limites encontrados na intervenção anterior. Dessa maneira obtivemos informações não somente sobre processo de implantação de uma inovação, mas também sobre as dificuldades de sustentação do mesmo. Pudemos documentar as resistências dos licenciandos, as expectativas ilusórias da professora e a possível relação entre elas. Em particular, pudemos perceber as condições específicas que permitiram que a experiência não se tornasse uma rotina perdendo o élan inovador e a busca para a melhoria da aprendizagem dos licenciandos.

2. A metodologia de ensino foi elaborada e aplicada numa universidade particular durante as aulas normais e sem modificar o ritmo normal de ensino e aprendizagem. Isso implica que os resultados de nossa pesquisa podem ter relevância para a grande maioria dos cursos de licenciatura do Brasil, que são realizados em universidades particulares e com estrutura semelhante. Pudemos perceber que mudanças curriculares podem ser introduzidas com resultados significativos de aprendizagem também em universidades particulares, quando o docente conseguir ter perseverança e não se abalar com as condições adversas e as resistências encontradas. Além disso, a intervenção didática e a pesquisa foram realizadas em condições bastante desfavoráveis. Não somente os alunos apresentavam uma formação científica e pedagógica muito limitada, mas o próprio contexto institucional tornava bastante difícil conseguir as mudanças pretendidas. Como consequência os resultados obtidos, apesar de limitados em relação às mudanças pretendidas idealmente, são compatíveis com o contexto desfavorável. A peculiaridade desse trabalho é que apesar de visar mudanças muito amplas, foi conduzido sem romper com as condições institucionais que privilegiavam, por tradição, uma relação de forte dependência entre professor e alunos e um tempo limitado de aprendizagem.

3. As teorias de aprendizagem enfatizam processos que visam a aprendizagem plena e a autonomia do aprendiz. Elas não visam elaborar explicações para atingir processos parciais com mudanças limitadas. O objetivo explícito das intervenções didáticas orientadas por elas é a plenitude do processo. As intervenções orientadas pelas teorias que envolvem mudanças de perspectiva educacional radicais, geralmente são realizadas ou mediante uma blindagem em relação a contextos institucionais desfavoráveis ou em sintonia com condições favoráveis que permitam a

sustentação das mudanças pretendidas. Por isso acreditamos que as informações conseguidas em nosso caso tornam-se importante para um aperfeiçoamento das teorias de aprendizagem quando os contextos são incompatíveis com mudanças paradigmáticas.

4. Foi interessante documentar as mudanças nas escolhas didáticas da professora, a partir tanto da reflexão sobre os eventos quanto das mudanças nas crenças científicas e didáticas da mesma. A pesquisa, conduzida tendo como objeto a própria prática docente da pesquisadora, permitiu focalizar alguns fatores subjetivos importantes para a interpretação dos eventos. Dois elementos sobressaíram: de um lado, uma educação marcada pela relação ao ideal; do outro lado, o gosto pela posição de Mestre. O acesso da professora às teorias de aprendizagem mais modernas introduziu um conflito interior que permaneceu até o final da experiência e condicionou seus resultados. Parece que o conflito sistemático por ela vivenciado tornou-se o intermediário que possibilitou a persistência na busca de mudanças apesar dos resultados bastante distantes do ideal almejado. De fato, idealmente e sinceramente ela perseguia uma mudança radical na relação pedagógica com seus alunos, porém intimamente apreciava, junto com os alunos, as satisfações de uma relação de dependência. Esta tensão permaneceu até o final da experiência, quando foi reconhecida como fomentadora de uma flutuação entre a “violência” do discurso *do Mestre e da Universidade* e a abertura possibilitada pelo diálogo e pelos questionamentos característicos do discurso *da Histórica*.

5. Um papel importante pode ser atribuído aos resultados surpreendentes que contrastavam com as expectativas da professora, tanto no que se refere ao desempenho dos alunos, quanto a evolução da professora. Certamente quando o docente espera um resultado muito limitado de seus alunos, ele favorece um desempenho menor dos mesmos. Assim, quando a expectativa é positiva, o compromisso do aluno na realização das tarefas é maior. Entretanto, quando as expectativas são demasiadamente elevadas o efeito é oposto, favorecendo o impasse do aluno na realização das tarefas. Isso parece ter acontecido no primeiro e terceiro ano da experiência, tendo presente que a avaliação das expectativas da professora foi feita pelos alunos com base em sua história pessoal e também institucional. Os dois pólos do conflito eram permanentes: a professora não poderia abandonar a busca por um ideal de ensino comprometido com as questões sócio-ambientais, mas também gostava de sua relação com os alunos, caracterizada por uma dependência que permanecia apesar dos resultados conseguidos. Parece-nos que dependência e esforço para a melhoria da aprendizagem se sustentavam dialeticamente: por um lado a dependência dos licenciandos constituía um incentivo por novas tentativas quando os resultados estavam aquém do esperado. Por outro lado, as novas tentativas, quando conseguiam resultados positivos quanto à melhoria da aprendizagem, eram corroboradas pelo reconhecimento explícito dos alunos, ou seja, pela satisfação de permanecer como a referência e o sustento fundamental para os licenciandos. Toda sua história docente tinha como base este tipo de satisfação docente.

## **Bibliografia**

Anastas, P. T.; Williamsom, T. C.(1996). *Green Chemistry – Designing Chemistry for the Environment*. Washington, DC: ACS.

Anastas, P. T., & Lankey, R. L. (2002). Lyfe-Cycle Approaches for Assessing Green Chemistry Technologies. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 41, 4498-4502.

Aulagnier, P. (1979). *Violência da Interpretação: do pictograma ao enunciado.*, Rio de Janeiro: Ed. Imago.

Beck, U. (1998). *La Sociedad del Riesgo – Hacia una nueva modernidad*. Espanha: Ed. Paidós Ibérica.

- Delizoicov, D.; Angotti, J. A. P. (1990). *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Ed. Cortez.
- Hickman, F. M., Patrick, J. J. & Bybee, R.W. (1987). *Science/Technology/Society: A framework for curriculum reform in secondary school science and social studies*. Colorado, U.S.A.: Social Science Education Consortium.
- Ibanez, J. G.; Tellez-Giron, M.; Alvarez, D.; Garcia-Pintor, E. (2004). Laboratory Experiments on The Electrochemical Remediation of Environment, Part 6: Microscale Production of Ferrate. *Journal of Chemical Education*, 81(2), 251-255.
- Jonas, H. (1995). *El Principio de Responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica* – Ed. Herder, Barcelona.
- Lenardão, E. J.; Freitag, R. A.; Dabdoub, M. J.; Batista, A. C. F.; Silveira, C. C. (2003). Green Chemistry – Os doze princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa”, *Química Nova*, 26(1),
- Lenzi, C. L. (2006). *Sociologia Ambiental: Risco e Sustentabilidade na Modernidade*. São Paulo: EDUSC.
- Melo, M. R.; Oliveira, K. C. (2006). *Experimentação Verde – Produção e Usos do Íon Ferrato no Ensino de Química*. XIII Encontro Nacional de Ensino de Química – SP, Campinas. Anais....Campinas: Unicamp.
- Melo, M. R.; & Inácio, M. S. (2005). *Ética Tecnológica e Química Verde no Ensino de Química*. II Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química – SP, Araraquara: 2005. Anais.....Araraquara: Unesp. T5.
- Melo, M. R. (2010). *Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de Química*. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Ponte, J. P. (2002) Investigar a nossa própria prática. In GTI (Org), *Refletir e investigar sobre a prática profissional*. Lisboa: APM.
- Segal, H. (1975). *Introdução à obra de Melanie Klein*. Rio de Janeiro: Ed. Imago.
- Soto, L. F. C. (1987). *Manual de Metodologia de La Enseñanza de La Química*. Unesco, pp. I-1 a I-37.
- Villani, A. O professor de Ciências é como um analista?. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. 1(1). 1-19.
- Villani, A., & Barolli, E. (2006). Os Discursos do Professor e o Ensino de Ciências. *Pro-Posições*, 17(1), 155-175.
- Villani, A & Orquiza de Carvalho, L. (2005) Discursos do professor e subjetividade na aprendizagem de Física, *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(3), 363-386.
- Wright, S. W. (2002). The Vitamin C Clock Reaction, *Journal of Chemical Education*., 79(1).

Recebido em: 13.09.10

Aceito em: 20.10.11